

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"

Кафедра прикладной математики и информатики

Авторы-составители: Деменев Алексей Геннадьевич  
Русаков Сергей Владимирович  
Бузмакова Мария Михайловна

Рабочая программа дисциплины  
ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ  
Код УМК 92201

Утверждено  
Протокол №9  
от «18» мая 2022 г.

Пермь, 2022

## 1. Наименование дисциплины

Параллельные вычислительные системы

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

направленность Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины Параллельные вычислительные системы у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.04.02 Прикладная математика и информатика (направленность : Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных)

ОПК.4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

Индикаторы

ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач

ПК.5 Способен проводить работы по обработке и анализу информации и результатов экспериментов по тематике исследования

Индикаторы

ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования

#### 4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.04.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	1
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	48
Проведение лекционных занятий	12
Проведение практических занятий, семинаров	36
Самостоятельная работа (ак.час.)	96
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (3) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (1 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### Параллельные вычислительные системы. Первый семестр

#### Входной контроль

#### Введение в параллельные вычислительные системы

В рамках темы "Введение в параллельные вычислительные системы" рассматриваются: понятие параллельные вычислительные системы (ПВС) и понятие суперЭВМ с нескольких точек зрения представителей разных специальностей в историческом контексте; назначение суперкомпьютеров и примеры наиболее важных сфер применения; основные внутренние и внешние факторы, определяющие перспективы развития суперЭВМ; развитие суперкомпьютерных технологий в России, в т.ч. основные этапы после распада СССР, сравнительная характеристика с мировыми лидерами; оценка пиковой производительности вычислительных систем, теоретическая обработки для различных типов данных; устройство современных высокопроизводительных ЭВМ с нескольких точек зрения представителей разных специальностей.

#### Классификация компьютерных архитектур

В рамках темы "Классификация компьютерных архитектур" рассматриваются: основные концепции архитектуры высокопроизводительных вычислительных систем, получивших наибольшее распространение в историческом контексте; примеры классификаций компьютерных архитектур, наиболее часто использующие в научной и технической литературе.

#### Аппаратные компоненты ПВС и коммуникации между ними

В рамках темы "Аппаратные компоненты ПВС и коммуникации между ними" рассматриваются: коммуникации между элементами параллельных вычислительных систем, в т.ч. ключевая используемая терминология и основные характеристики подсистем коммуникаций в современных ПВС: вычислительные кластеры, их основные назначение и примеры технологических решений.

#### Процессоры и параллелизм команд

В рамках темы "Процессоры и параллелизм команд" рассматриваются: основы построения компьютерных систем на различных физических принципах; на современной и перспективной элементной базе; процессоры, с точки зрения представителей разных специальностей; скалярные, векторные и конвейерные функциональные устройства; характеристики работы вычислительных устройств: загруженность, эффективность, производительность и другие.; дополнительные виды процессоров: ускорители вычислений, графические процессоры; дополнительные виды процессоров: процессоры с программируемой логикой (FPGA), спецпроцессоры.

#### Оперативная память и эффективность доступа к ней

В рамках темы "Оперативная память и эффективность доступа к ней" рассматриваются: основы построения компьютерных систем, использующих память на различных физических принципах и элементной базе; память, различные требования в зависимости назначения ПВС; кэш, основная память, общая память с неоднородным доступом, распределенная память - определения и примеры; модели согласованности (consistency) доступа к памяти;

методы обеспечения однозначности (coherence) кэш-памяти;  
основные характеристики доступа к памяти: цикл доступа, пропускная способность канала доступа к памяти, интенсивность промахов доступа к кэш памяти;  
ложное разделение данных (false sharing).

#### Основные парадигмы параллельного программирования

В рамках "Основные парадигмы параллельного программирования" рассматриваются:

общие принципы разработки параллельных программ;  
основные способы организации параллельных вычислений;  
уровни организации параллелизма;  
параллелизм на уровне команд;  
распараллеливание циклов;  
параллельное выполнение потоков и программ;  
параллелизм по данным;  
основные схемы распределения данных;  
параллелизм задач;  
распараллеливание функциональных языков;  
централизованные схемы организации параллельных вычислений: клиент-сервер, мастер-рабочие;  
планирование и распределение вычислительной нагрузки;  
статическое и динамическое распределение вычислений;  
создание параллельных процессов на основе одной и той же программы (схема SPMD, single program multiple data);  
методы организации информационного взаимодействия: общие данные, передача сообщений;  
распараллеливание последовательных программ;  
эффективность, переносимость и продуктивность технологий параллельного программирования;  
поиск компромисса при разработке программ для ПВС: примеры эвристик;  
методы и технологии разработки параллельных программ: примеры;  
традиционные языки программирования при разработке программ для ПВС;  
распараллеливающие и векторизирующие компиляторы: примеры;  
автоматизация распараллеливания и оптимизации программ: примеры.

#### Операционные системы для параллельных вычислений

В рамках темы "Операционные системы для параллельных вычислений" рассматриваются:

классификация операционных систем для параллельных вычислительных систем: основания и примеры;  
принципы построения распределённых ОС: основные характеристики в различных аспектах и примеры реализации в современных ОС.

#### Программирование многопроцессорных систем с разделяемой памятью

В рамках темы "Программирование многопроцессорных систем с разделяемой памятью" рассматриваются:

многопроцессорные вычислительные системы с общей памятью как целевые платформы для параллельного программирования;  
системы с однородной общей памятью: архитектура SMP; системы с неоднородной общей памятью: NUMA, ccNUMA, DSM;  
основы параллельного программирования для ПВС с общей памятью;  
взаимодействие и взаимное исключение потоков: алгоритмы взаимного исключения, критические секции, семафоры, мониторы, атомарные операции;  
синхронизация потоков: условные переменные, барьерная синхронизация. низкоуровневые примитивы

синхронизации (atomic reads/writes, compare-exchange и т.д.);  
методы и технологии разработки параллельных программ;  
разработка программ на основе модели доступа к общей памяти:  
стандарт OpenMP.

**Программирование многопроцессорных систем с распределенной памятью**  
В рамках темы "Программирование многопроцессорных систем с распределенной памятью" рассматриваются:  
преимущества и недостатки распределенных систем по сравнению с централизованными ЭВМ;  
общие характеристики и главные особенности стандартов MPI;  
современное состояние и тенденции развития подходов к программированию систем с распределенной памятью.

**Массовый параллелизм графических ускорителей**  
В рамках темы "Массовый параллелизм графических ускорителей" рассматриваются:  
графические процессоры: назначение и примеры;  
архитектура графических процессоров и причины её возникновения;  
организация памяти на графических процессорах (глобальная, константная, разделяемая, текстурная, регистровая, локальная типы памяти);  
параллельные языки программирования для графических процессоров: CUDA, OpenCL;  
преимущества и недостатки графических процессоров по сравнению с центральными процессорами.

**Основы работы на суперкомпьютере**  
Целью самостоятельной работы №1 «Основы работы на суперкомпьютере» является приобретение знаний, умений и навыков, необходимых для успешной работы на суперкомпьютере.

**Моделирование многопроцессорных систем с разделяемой памятью**  
Целью самостоятельной работы №2 «Моделирование многопроцессорных систем с разделяемой памятью» является приобретение знаний, умений и навыков моделирования, необходимых для эффективного использования многопроцессорных систем с разделяемой памятью.

**Моделирование многопроцессорных систем с распределенной памятью**  
Целью самостоятельной работы №3 «Моделирование многопроцессорных систем с распределенной памятью» является приобретение знаний, умений и навыков моделирования, необходимых для эффективного использования многопроцессорных систем с распределенной памятью на примере кластерного решения.

**Письменное тестирование**  
Тестирование осуществляется в виде теста, содержащего задания на понятийный аппарат курса и некоторые практические задачи

**Итоговое контрольное мероприятие**  
Итоговое контрольное мероприятие проводится в виде письменного экзамена.  
В каждом билете один теоретический вопрос и одна задача по теме курса.

## 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## 7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.



## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Деменев А. Г. Параллельные вычислительные системы: учеб.-метод. пособие/А. Г. Деменев.- Пермь: ПГУ, 2007.-1.

### Дополнительная:

1. Деменев А. Г. Анализ параллельных вычислительных алгоритмов: учеб.-метод. пособие/А. Г. Деменев.-Пермь: ПГУ, 2007.-1.

2. Воеводин В. В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления: учеб. пособие для студентов вузов/В. В. Воеводин.-СПб.: БХВ-Петербург, 2004, ISBN 5-94157-160-7.-608.-Библиогр.: с. 588-592

## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://wiki.hpc.psu.ru> ЦКП ВВР ПГНИУ. Суперкомпьютерный центр Пермского университета  
[http://www.psu.ru/files/docs/normativnaya\\_baza/ot\\_rectora/427.pdf](http://www.psu.ru/files/docs/normativnaya_baza/ot_rectora/427.pdf) Временный регламент выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ.  
<http://wiki.hpc.psu.ru/общее/правила> Временные правила работы на суперкомпьютере  
<http://wiki.hpc.psu.ru/cluster/tesla/main> Создание ключа  
<http://www.moluch.ru/information/citation/> Правила научного цитирования

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине Параллельные вычислительные системы предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: Образовательный процесс по дисциплине предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
  - доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - доступ к многопроцессорному вычислительному комплексу (суперкомпьютеру), предоставляющему высокопроизводительные вычислительные сервисы с установленным специализированным программным обеспечением:
  - операционная система Linux;
  - средства разработки программного обеспечения на языках C/C++ (от Intel, GNU, NVIDIA, PGI) и C# (от Microsoft);
  - программные библиотеки MPI, OpenMP, CUDA;
  - наборы программ, предоставляющих шифрование сеансов связи по компьютерным сетям с использованием протокола SSH (OpenSSH и /или Putty);
  - система управления распределенными вычислениями (PBS- или LSF-совместимая);
  - облачное хранилище данных (по выбору студента) с поддержкой средств коллективной работы.
- Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение (ПО):
1. Adobe Acrobat Reader DC - приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов.
  2. LibreOffice - офисный пакет приложений.
  3. ALT Education Linux - ОС для рабочих станций.
  4. Google Chrome - веб-браузер, в свободном доступе.
  5. CentOS Linux - серверная ОС, в свободном доступе.
  6. IBM Spectrum Cluster Foundation Community Edition - ПО для управления высокопроизводительными вычислительными кластерами (ограничение — можно создать только один кластер).
  7. IBM Spectrum LSF Community Edition — шаблон IBM Spectrum Cluster Foundation Community Edition, который развертывает кластер, включающий следующее программное обеспечение: IBM Spectrum LSF Express; IBM Spectrum LSF Application Center Basic; IBM Platform MPI Community Edition.
  8. Intel® Parallel Studio XE — набор содержит высокопроизводительные компиляторы, библиотеки, модели параллельного программирования, рекомендации по оптимизации многопоточковой обработки данных и векторизации, анализатор производительности VTune™ Amplifier, отладчик памяти и функций обработки потоков, и многое другое.
  9. Intel® Math Kernel Library - быстрая математическая библиотека для процессоров Intel® и других совместимых процессоров, содержит высоко оптимизированные функции для многопоточной обработки

и векторизации.

#### 10. Intel® MPI Library — высокопроизводительная б

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

#### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Необходимая материально-техническая база для проведения занятий:

многопроцессорный вычислительный комплекс (МВК) с гибридной архитектурой, имеющий сетевой доступ из базовой сети ПГНИУ и/или сети Интернет;

графические терминалы, имеющие сетевой доступ к базовой сети ПГНИУ и/или сети Интернет.

ПВ качестве МВК предполагается использование суперкомпьютеров Центра коллективного пользования высокопроизводительными вычислительными ресурсами ПГНИУ: система "ПГУ-Тесла" и/или система "ПГНИУ-Кеплер".

В качестве терминалов предполагается использование персональных компьютеров в компьютерных классах Компьютерного центра механико-математического факультета и/или личных нетбуков (ноутбуков) студентов, с предустановленной ОС семейства Windows или Linux..

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Параллельные вычислительные системы

Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания

ОПК.4

Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач</p>	<p>Способен комбинировать и адаптировать современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач, применяя суперкомпьютер</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b> Проблема не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Работа выполнена не самостоятельно. Во время защиты отсутствует вывод. (Неудовлетворительно, 1-8 баллов)</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b> Имеются существенные отступления от требований к работе. В частности: проблема решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании работы. В работе обнаружены значительные заимствования. На дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. (Удовлетворительно, 9-15 баллов)</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b> Основные требования к работе выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в материалах; нарушена логическая последовательность в суждениях; работа самостоятельна, но не достаточно оригинальна, не выдержан объём работы; имеются упущения в оформлении; но на дополнительные вопросы при защите даны полные ответы. (Хорошо, 13-16 баллов)</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b> Сформулирована проблема и обоснована её актуальность, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, высокий уровень самостоятельности и оригинальности работы, выдержан объём, соблюдены требования к</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>внешнему оформлению, даны ответы на дополнительные вопросы. (Отлично 17-20 баллов)</p>
<p>ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач</p>	<p>Способен комбинировать и адаптировать современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач, эффективно применяя многопроцессорные системы с разделяемой памятью</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Проблема не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Работа выполнена не самостоятельно. Во время защиты отсутствует вывод. (Набрано 1-8 баллов)</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеются существенные отступления от требований к работе. В частности: проблема решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании работы. В работе обнаружены значительные заимствования. На дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. (Набрано 9-15 баллов)</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Основные требования к работе выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в материалах; нарушена логическая последовательность в суждениях; работа самостоятельна, но не достаточно оригинальна, не выдержан объём работы; имеются упущения в оформлении; но на дополнительные вопросы при защите даны полные ответы. (Набрано 13-16 баллов)</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Сформулирована проблема и обоснована её актуальность, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, высокий уровень самостоятельности и оригинальности работы, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны ответы на дополнительные вопросы. (Набрано 17-20 баллов)</p>
<p>ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует</p>	<p>Способен осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Проблема не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач</p>	<p>экспериментов и наблюдений по тематике исследования, направленного на моделирование многопроцессорных систем с разделяемой памятью</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Работа выполнена не самостоятельно. Во время защиты отсутствует вывод. (Неудовлетворительно, 1-8 баллов)</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеются существенные отступления от требований к работе. В частности: проблема решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании работы. В работе обнаружены значительные заимствования. На дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. (Удовлетворительно, 9-15 баллов)</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Основные требования к работе выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в материалах; нарушена логическая последовательность в суждениях; работа самостоятельна, но не достаточно оригинальна, не выдержан объём работы; имеются упущения в оформлении; но на дополнительные вопросы при защите даны полные ответы. (Хорошо, 13-16 баллов)</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Сформулирована проблема и обоснована её актуальность, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, высокий уровень самостоятельности и оригинальности работы, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны ответы на дополнительные вопросы. (Отлично 17-20 баллов)</p>
<p>ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач</p>	<p>Способен комбинировать и адаптировать современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач, эффективно применяя многопроцессорные системы с распределенной памятью</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Проблема не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Работа выполнена не самостоятельно. Во время защиты отсутствует вывод. (Неудовлетворительно, 1-8 баллов)</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеются существенные отступления от</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>требований к работе. В частности: проблема решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании работы. В работе обнаружены значительные заимствования. На дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. (Удовлетворительно, 9-15 баллов)</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Основные требования к работе выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в материалах; нарушена логическая последовательность в суждениях; работа самостоятельна, но не достаточно оригинальна, не выдержан объём работы; имеются упущения в оформлении; но на дополнительные вопросы при защите даны полные ответы. (Хорошо, 13-16 баллов)</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформулирована проблема и обоснована её актуальность, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, высокий уровень самостоятельности и оригинальности работы, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны ответы на дополнительные вопросы. (Отлично 17-20 баллов)</p>

### ПК.5

Способен проводить работы по обработке и анализу информации и результатов экспериментов по тематике исследования

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования</p>	<p>Способен осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования, направленного на моделирование многопроцессорных систем с распределенной памятью</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Проблема не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Работа выполнена не самостоятельно. Во время защиты отсутствует вывод. (Неудовлетворительно, 1-8 баллов)</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Имеются существенные отступления от</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>требований к работе. В частности: проблема решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании работы. В работе обнаружены значительные заимствования. На дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. (Удовлетворительно, 9-15 баллов)</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Основные требования к работе выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в материалах; нарушена логическая последовательность в суждениях; работа самостоятельна, но не достаточно оригинальна, не выдержан объём работы; имеются упущения в оформлении; но на дополнительные вопросы при защите даны полные ответы. (Хорошо, 13-16 баллов)</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформулирована проблема и обоснована её актуальность, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, высокий уровень самостоятельности и оригинальности работы, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны ответы на дополнительные вопросы. (Отлично 17-20 баллов)</p>



## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 45 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 45 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
----------------------------	----------------------------------	---

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Входной контроль Входное тестирование	<p>1) Быть знакомым с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ</p> <p>2) Знать и понимать Временные правила работы на суперкомпьютере</p> <p>3) Уметь по выданной инструкции создать пару криптографических ключей для доступа к суперкомпьютеру</p> <p>4) Уметь по выданной инструкции получить доступ к суперкомпьютеру</p> <p>5) Уметь войти в состав команды и взаимодействовать с её членами для совместной работы.</p> <p>6) Уметь получить основную литературу по дисциплине в библиотеке ПГНИУ.</p> <p>7) Уметь создать и использовать разделяемый каталог на облачном хранилище для совместной работы над документами.</p> <p>8) Уметь цитировать и ссылаться на источники в отчёте по работе.</p> <p>9) Знать основы работы с операционной системой Линукс.</p> <p>10) Уметь по выданной инструкции настроить и использовать подключение по VPN к базовой компьютерной сети ПГНИУ из сети Интернет.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач</p>	<p>Основы работы на суперкомпьютере Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>1. Знать и уметь исполнять соответствующие регламенты и правила, необходимые для получения доступа к суперкомпьютеру и использования его в учебном процессе.2. Знать основные способы подключения к суперкомпьютеру и примеры используемого для этого программного обеспечения.3 Знать, уметь и приобрести навык подключения к суперкомпьютеру и удалённого управления ОС Linux: 3.1. в консольном режиме;32 в графическом режиме;33 через веб-портал.4 Знать виды классификаций архитектур суперкомпьютеров, уметь проклассифицировать ресурсы суперкомпьютера (минимум три разных классификации).5. Знать и уметь компилировать примеры программ на суперкомпьютере (на языках C/C++, C#):5.1 последовательные;52 многопоточные (OpenMP-программы); 5.3 многозадачные (MPI-программы);54 гибридные для ГПУ (CUDA-программы).6 Знать, уметь и сформировать навык запуск программных заданий на вычислительных узлах суперкомпьютера для разных типов программ:6.1 последовательные;62 многопоточные (OpenMP-программы);63 многозадачные (MPI-программы);64 гибридные для ГПУ (CUDA-программы).</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач</p>	<p>Моделирование многопроцессорных систем с разделяемой памятью Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>1. Изучение математических постановок задач, решаемой на многопроцессорной системе (МПС) с разделяемой памятью.</p> <p>2. Последовательный(-ые) метод(ы) решения задачи (описание последовательного(-ых) метода(-ов) и алгоритма(-ов) решения поставленной в п.1 задачи; описание исследуемой математической модели; программная реализация и её описание).3.</p> <p>Параллельный(-ые) метод(ы) решения задачи (описание параллельного(-ых) метода(-ов) и алгоритма(-ов) решения поставленной в п.1 задачи; описание исследуемой математической модели; программная реализация и её описание).</p> <p>4. Идентификация параметров моделей (планирование серий вычислительных экспериментов, определение параметров полуэмпирической(-их) модели(-ей); проверка модели(-ей) на адекватность (оценка показателей качества моделей).</p> <p>5. Анализ производительности и масштабируемости параллельной(-ых) реализации(-ий) (исследование влияния размера задачи на время расчётов при разной степени параллелизма; сравнение достигнутого ускорения вычислений с теоретическим ускорением по закону Амдала и модельным ускорением, рассчитанным по математическим модели(-ям)).</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач</p> <p>ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования</p>	<p>Моделирование многопроцессорных систем с распределенной памятью</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>1. Изучение математических постановок задач, решаемой на многопроцессорной системе (МПС) с распределённой памятью.2. Последовательный(-ые) метод(ы) решения задачи (описание последовательного(-ых) метода(-ов) и алгоритма(-ов) решения поставленной в п.1 задачи; описание исследуемой математической модели; программная реализация и её описание).3. Параллельный(-ые) метод(ы) решения задачи (описание параллельного(-ых) метода(-ов) и алгоритма(-ов) решения поставленной в п.1 задачи на вычислительном кластере; описание исследуемой математической модели; программная реализация и её описание).</p> <p>4. Идентификация параметры моделей (планирование серий вычислительных экспериментов, определение параметров полуэмпирической(-их) модели(-ей); проверка модели(-ей) на адекватность (оценка показателей качества моделей).</p> <p>5. Анализ производительности и масштабируемости параллельной(-ых) реализации(-ий) (исследование влияния размера задачи на время расчётов при разной степени параллелизма на вычислительном кластере; сравнение достигнутого ускорения вычислений с теоретическим ускорением по закону Амдала и модельным ускорением, рассчитанным по математическим модели(-ям)).</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует современные информационно- коммуникационные технологии для реализации решения математических задач ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования	Письменное тестирование Письменное контрольное мероприятие	Цель письменного тестирования - проверка степени покрытия знаний, усвоенных при чтении основной рекомендованной литературы.
ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует современные информационно- коммуникационные технологии для реализации решения математических задач ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования	Итоговое контрольное мероприятие Итоговое контрольное мероприятие	Цель письменного экзамена (зачета) - оценка качества знаний студентов, усвоенных на лекциях и при чтении основной рекомендованной литературы.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Входной контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: 8 часа

Условия проведения мероприятия: в часы самостоятельной работы

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: 0

Проходной балл: 0

Показатели оценивания	Баллы
1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ 2) узнал и понимает Временные правила работы на суперкомпьютере 3) сумел по выданной инструкции создать пару криптографических ключей для доступа к суперкомпьютеру 4) сумел по выданной инструкции получить доступ к суперкомпьютеру 5) сумел войти в состав команды и взаимодействовать с её членами для совместной работы. 6) сумел получить основную литературу по дисциплине в библиотеке ПГНИУ 7) сумел создать и использовать разделяемый каталог на облачном хранилище для совместной работы над документами. 8) суметь процитировать и сослаться на источники в отчёте по работе. 9) узнал основы работы	10

<p>с операционной системой Линукс. Ю) сумел по выданной инструкции настроить и использовать подключение по VPN к базовой компьютерной сети ПГНИУ из сети Интернет.</p>	
<p>1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ 2) узнал и понимает Временные правила работы на суперкомпьютере 3) сумел по выданной инструкции создать пару криптографических ключей для доступа к суперкомпьютеру 4) сумел по выданной инструкции получить доступ к суперкомпьютеру 5) сумел войти в состав команды и взаимодействовать с её членами для совместной работы. 6) сумел получить основную литературу по дисциплине в библиотеке ПГНИУ 7) сумел создать и использовать разделяемый каталог на облачном хранилище для совместной работы над документами. 8) суметь процитировать и сослаться на источники в отчёте по работе. 9) узнал основы работы с операционной системой Линукс.</p>	9
<p>1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ 2) узнал и понимает Временные правила работы на суперкомпьютере 3) сумел по выданной инструкции создать пару криптографических ключей для доступа к суперкомпьютеру 4) сумел по выданной инструкции получить доступ к суперкомпьютеру 5) сумел войти в состав команды и взаимодействовать с её членами для совместной работы. 6) сумел получить основную литературу по дисциплине в библиотеке ПГНИУ 7) сумел создать и использовать разделяемый каталог на облачном хранилище для совместной работы над документами. 8) суметь процитировать и сослаться на источники в отчёте по работе.</p>	8
<p>1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ 2) узнал и понимает Временные правила работы на суперкомпьютере 3) сумел по выданной инструкции создать пару криптографических ключей для доступа к суперкомпьютеру 4) сумел по выданной инструкции получить доступ к суперкомпьютеру 5) сумел войти в состав команды и взаимодействовать с её членами для совместной работы. 6) сумел получить основную литературу по дисциплине в библиотеке ПГНИУ 7) сумел создать и использовать разделяемый каталог на облачном хранилище для совместной работы над документами.</p>	7
<p>1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ 2) узнал и понимает Временные правила работы на суперкомпьютере 3) сумел по выданной инструкции создать пару криптографических ключей для доступа к суперкомпьютеру 4) сумел по выданной инструкции получить доступ к суперкомпьютеру 5) сумел войти в состав команды и взаимодействовать с её членами для совместной работы. 6) сумел получить основную литературу по дисциплине в библиотеке ПГНИУ.</p>	6

1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ 2) узнал и понимает Временные правила работы на суперкомпьютере 3) сумел по выданной инструкции создать пару криптографических ключей для доступа к суперкомпьютеру 4) сумел по выданной инструкции получить доступ к суперкомпьютеру 5) сумел войти в состав команды и взаимодействовать с её членами для совместной работы.	5
1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ 2) узнал и понимает Временные правила работы на суперкомпьютере 3) сумел по выданной инструкции создать пару криптографических ключей для доступа к суперкомпьютеру 4) сумел по выданной инструкции получить доступ к суперкомпьютеру.	4
1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ 2) узнал и понимает Временные правила работы на суперкомпьютере 3) сумел по выданной инструкции создать пару криптографических ключей для доступа к суперкомпьютеру.	3
1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ 2) узнал и понимает Временные правила работы на суперкомпьютере.	2
1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ.	1

### Основы работы на суперкомпьютере

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: 9 часа

Условия проведения мероприятия: в часы самостоятельной работы

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: 20

Проходной балл: 9

Показатели оценивания	Баллы
Подготовить отчёт по теме 1	20

### Моделирование многопроцессорных систем с разделяемой памятью

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: 8 часа

Условия проведения мероприятия: в часы самостоятельной работы

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: 20

Проходной балл: 9

Показатели оценивания	Баллы
Подготовить отчёт по теме 2	20

### Моделирование многопроцессорных систем с распределенной памятью

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: 8 часа

Условия проведения мероприятия: в часы самостоятельной работы



Максимальный балл, выставаемый за мероприятие промежуточной аттестации: 20

Проходной балл: 9

Показатели оценивания	Баллы
Подготовить отчёт по теме 3	20

#### Письменное тестирование

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: 1 часа

Условия проведения мероприятия: в часы самостоятельной работы

Максимальный балл, выставаемый за мероприятие промежуточной аттестации: 20

Проходной балл: 9

Показатели оценивания	Баллы
Написать тест	20

#### Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: 1 часа

Условия проведения мероприятия: в часы самостоятельной работы

Максимальный балл, выставаемый за мероприятие промежуточной аттестации: 20

Проходной балл: 9

Показатели оценивания	Баллы
Подготовить ответ письменного экзамена	20